Т. Ф. БЕЛЯЕВ

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАКЕТНЫХ ЗАРЯДОВ К РЕАКТИВНЫМ СНАРЯДАМ СОВЕТСКОЙ АРМИИ ПЕРИОДА ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

1985

Т.Ф.БЕЛЯЕВ

ПОСВЯЩАЕТСЯ 40-ЛЕТИЮ
ПОБЕДЫ СОВЕТСКОГО НАРОДА
В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАКЕТНЫХ ЗАРЯДОВ К РЕАКТИВНЫМ СНАРЯДАМ СОВЕТСКОЙ АРМИИ ПЕРИОДА ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

(На правах рукописи)

I985

ВВЕДЕНИЕ

Прошло 40 лет с тех пор, как отгремели последние залпы наших замечательных ракет, наших легендарных "Катюш", знаменуя полный разгром фашистских гитлеровских полчищ и армий японских милитаристов. Давно на смену "Гвардейским минометам" пришли новые ракетные системы, неизмеримо более могущественные, более надежные и более экономичные. Но для нас, Советских людей, всегда будет дорого и интересно все, что связано с нашими первыми ракетами, в том числе и история их создания.

Если история разработки конструкций реактивных снарядов и пусковых установок периода Великой Отечественной войны освещена достаточно полно, то история создания важнейшего элемента реактивных снарядов - ракетных зарядов и порохов - разработана недостаточно. Ликвидации, хотя бы частично, этого пробела и посвящена предлагаемая вниманию читателей работа.

В работе, вероятно, не исключены отдельные неточности или упущения. Автор будет признателен всем читателям, которые укажут на них.

Автор выражает искреннюю благодарность старейшему сотруднику отрасли Владимиру Сергеевичу Дерновому, написавшему по просьбе автора интереснейшие воспоминания, осветившие давние, почти забытые, но важные для объективного изложения темы события.

Автор благодарит коллегу по работе И.М.Кофмана за ряд ценных замечаний, сделанных при просмотре рукописи.

Автор признателен всем, кто помог в подготовке данной книги, особенно редактору Э.Р.Соркиной и художнику Шашкову Н.Т.

ГЛАВА I. ДЫМНЫЙ ПОРОХ - ПРЕДШЕСТВЕННИК СОВРЕМЕННЫХ РАКЕТНЫХ ПОРОХОВ

Рассматривая вопрос создания ракетных зарядов к реактивным снарядам Советской Армии периода Великой Отечественной войны, нельзя не остановиться, хотя бы кратко, на характеристике зарядов к ракетам-предшественницам.

Многочисленные исторические свидетельства говорят о наличии в прошлом в армиях ряда стран разнообразных боевых ракет и об успешном применении многих из них при ведении боевых действий. О широком использовании ракет в военных целях говорят, например, следующие достоверные исторические факты:

Индийская армия еще в XVШ веке имела в своем составе многочисленные специальные войска, имевшие на своем вооружении ракетные кошьи /Рис. I/.

Индийцы успешно применяли это оружие в боях, в частности, против англичан в 1799 г. /I/

В 1807г. английский флот в день объявления войны Дании выпустил с кораблей по столице этой страны - Копенгагену около 40 тыс. ракет конструкции Конгрэва и практически сжег весь город. Дания капитулировала. Эта война известна в истории, как "англо-датская однодневная война". Сам эпизод известен как "Сожжение Копенгагена ракетами" /2/.

Русская армия в XIX веке успешно применяла ракеты в боях на Кавказе, во время русско-турецких войн, а также во время Крымской компании 1854-56 гг. О масштабах применения ракет русской армией можно судить хотя бы потому, что, например, в 1825-30 годах в России производилось до 6 тысяч боевых ракет ежегодно. Только в маневрах под Красным селом в 1827г. было израсходовано около 500 боевых ракет /3/.

Начиная с 1845г., наместник Кавказа Воронцов требовал от Петербургского ракетного заведения поставок от 6 до 10 тысяч легких полевых ракет ежегодно.

Тем не менее, уже в конце XIX века ни одна армия мира не имела боевых ракет на своем вооружении. Ракеты были сняты с вооружения: в 1866 году Австрией /2/, в 1885 году Англией /2/, в 1887 году Россией /4/.

Развитие реактивного оружия во всем мире практически прекратилось.

В чем же причина этого?

Для ответа на этот вопрос рассмотрим принципиальные схемы некоторых ракет, разработанных в различных странах /Рис. 1/. При всем разнообразии конструкторских решений у всех ракет есть общее- один и тот же источник энергии. Для изготовления ракетного заряда всегда и везде применялся только дымный (или черный) порох. Это было единственным возможным в тот период техническим решением, обусловленным уровнем развития химической науки и промышленности.

Несколько слов о характеристиках дымного пороха.

В состав дымного пороха входят калиевая селитра, уголь и сера в соотношениях приблизительно 75:15:10. При сгорании дымного пороха только 1/3 его приходится на долю газообразных продуктов, остальные 2/3 - твердый остаток, создающий при выстреле большое количество дыма, отсюда и наименование пороха. Теплотворная способность дымного пороха для различных его сортов изменяется от 500 до 800 ккал/кг.

Способность гореть параллельными слоями - одно из основных требований, которому должно удовлетворять твердое ракетное топливо - дымный порох приобретает только после прессования его под определенным давлением в элемент той или иной формы.

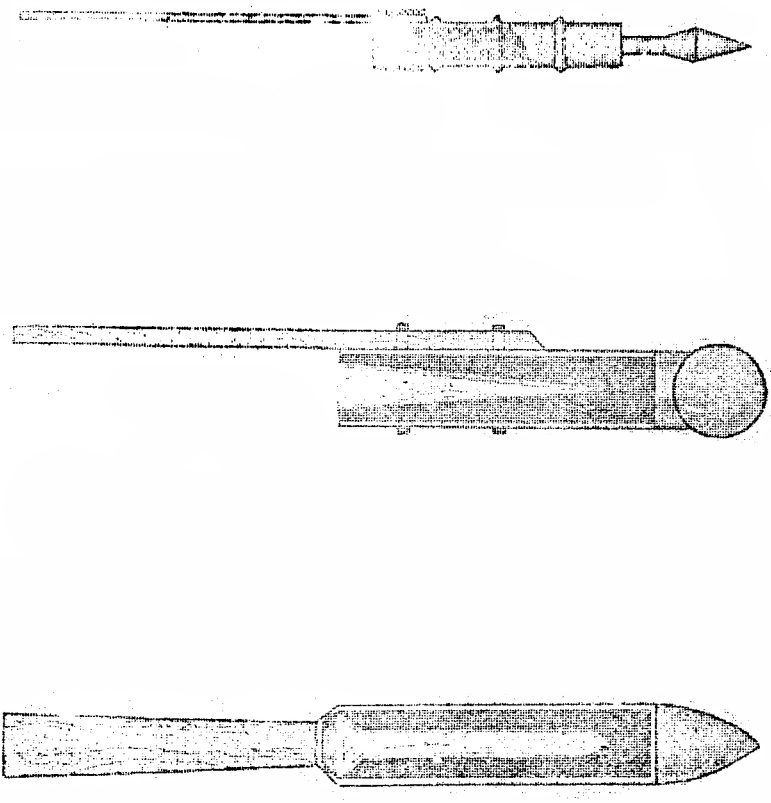


РИС.I. СХЕМЫ РАКЕТ XVIII–XIX вв.
I – ИНДИЙСКОЕ РАКЕТНОЕ КОПЬЕ; 2 – РУССКАЯ РАКЕТА НАЧАЛА XIX ВЕКА; 3 – РАКЕТНЫЙ СНАРЯД 60-х ГОДОВ XIX ВЕКА.

Применение дымного пороха для изготовления ракетных зарядов позволило решить конкретную техническую задачу создания достаточно эффективного для того времени реактивного оружия. Однако, дымный порох содержал в себе, как в зародыше, ряд негативных предпосылок, которые в будущем резко ограничили боевые и эксплуатационные возможности ракет, разрабатываемых на этом порохе.

Рассмотрим некоторые, имеющие принципиальный характер, основные фазы технологического процесса изготовления зарядов из дымного пороха.

Первой важнейшей операцией является смешение компонентов пороха (селитры, угля и серы) по возможности в однородную массу.

Эта операция долгое время осуществлялась вручную. В середине XIX века русским ученым генералом К.И.Константиновым (1818-1871) были разработаны и внедрены вращающиеся бочки с наклонными осями вращения со счетчиками оборотов. Это, разумеется, повысило качество перемешивания, однако не могло гарантировать, из-за природы смешиваемых компонентов, полную равномерность смешения, а следовательно, и единообразие работы ракетных зарядов, которые будут изготовляться из этой смеси.

Другой важной операцией являлась набивка усредненной пороховой массы в металлическую гильзу - корпус будущего ракетного двигателя. Эта операция также совершалась или вручную или же на механических прессах разных конструкций. Большим достижением явилась разработка К.И.Константиновым гидравлического 400-тонного пресса, приводимого в движение паровой машиной. Но даже и в этом случае обеспечить необходимое единообразие запрессованного порохового состава, в частности, по его плотности в одном заряде, а тем более во всей партии ракетных зарядов, было невозможно.

Это обстоятельство также не способствовало получению высокой точности и кучности стрельбы.

Заключительной операцией технологического процесса являлось высверливание в пороховом заряде канала конической или цилиндрической формы, так называемой "ракетной пустоты", необходимой для увеличения газообразования в начальный период с целью обеспечения нормального старта ракеты.

Несмотря на многочисленные мероприятия, направленные на снижение опасности производства, природа дымного пороха, имеющего очень высокую чувствительность к механическим воздействиям, с одной стороны, а также ручной, кустарный характер всех операций, с другой стороны, не позволяли существенно снизить опасность производства. Аварийность на всех фазах изготовления ракетных зарядов была очень высокой.

Перейдем теперь к оценке особенностей применения ракет на дымном порохе, выявившихся при их массовой эксплуатации.

Необходимо констатировать, что боевое использование этих ракет было сопряжено с большой опасностью для применяющих ракеты войск, в том числе по причинам, связанным с пороховым зарядом, из которых отметим две, с нашей точки зрения, главные.

Во-первых, прессованный дымный порох обладает высокой хрупкостью, что при ударах, неизбежных при перевозках, приводило иногда к растрескиванию зарядов, и , как следствие, к незакономерному горению их и разрушению ракеты в непосредственной близости от войск, применявших ракеты. Учитывая это обстоятельство, можно понять решение, принятое в 1828г. русским командованием об отправке из Петербурга "Ракетного заведения" в полном составе на турецкий фронт в район Кишинева-Тирасполя, с тем, чтобы организовать производство ракет непосредственно в районе боевых действий и тем самым

избавиться от перевозок ракет с хрупким зарядом на большие расстояния /3/.

Во-вторых, в ракетах, имевших заряд плотно прилегавший к стенкам ракетной камеры (в какой-то степени - это прототип современных прочноскрепленных зарядов) не исключалась возможность проскока пламени по боковой поверхности заряда, что неизбежно влекло за собой резкое увеличение газообразования, следствием чего было или разрушение двигателя и ракеты в момент выстрела, или же, в лучшем случае, незакономерное горение заряда и значительное ухудшение прицельности стрельбы.

Как серьезный недостаток описываемых ракет необходимо отметить невозможность значительного увеличения дальности ракетного выстрела.

По литературным источникам дальность стрельбы лучшими ракетами XIX века не превышала 5-6 километров. Для увеличения дальности стрельбы ракетами необходимо, как известно, при зафиксированных энергетических возможностях топлива, увеличение массы заряда. Но сделать это в рамках применявшейся в тот период технологии - путем набивки дымного пороха в гильзы - было невозможно. Это обстоятельство резко ограничивало боевые характеристики ракет.

Таким образом, реактивное оружие XIX века обладало серьезными недостатками, в том числе и такими, которые вытекали из особенностей ракетного заряда из дымного пороха, а именно:

опасность производства зарядов;

опасность боевого применения ракет;

низкая кучность при стрельбе ракетами;

ограниченная дальность стрельбы и невозможность значительного ее увеличения.

В ствольной артиллерии в рассматриваемый период для изготовления метательных зарядов также применялись дымные пороха и возможности ствольной и реактивной артиллерии, как по дальности, так и по кучности стрельбы, были приблизительно одинаковы.

Однако создание в конце XIX века пироксилиновых порохов, имевших значительно большие, чем у дымных порохов энергетические характеристики и стабильность горения, и появившаяся возможность изготовления из этих порохов более мощных метательных зарядов, явилось сильным толчком для развития ствольной артиллерии. В это же время было предложено введение нарезов в ствол орудий, увеличение длины ствола и др., что также сыграло свою роль. В результате этого была значительно увеличена дальность, точность и кучность стрельбы из артиллерийских орудий.

Что касается реактивного оружия, то никаких повышающих его эффективность предложений, прежде всего с точки зрения применения новых порохов для ракетных зарядов, сделано не было. Эффективность реактивного оружия осталась неизменной.

Соревнование между ствольной артиллерией и реактивным оружием выиграла ствольная артиллерия.

Более чем на полвека реактивное оружие исчезло из арсеналов армий всех стран мира.

Попытки отдельных энтузиастов ракетной техники создать более эффективные ракеты не выходили за рамки опытных работ и положительных результатов не дали.

ГЛАВА 2. НАЧАЛО РАБОТ В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ ПО СОЗДАНИЮ РЕАКТИВНЫХ СНАРЯДОВ. РАКЕТНЫЕ ЗАРЯДЫ ИЗ ПИРОКСИЛИНОВОТРОТИЛОВОГО ПОРОХА

С I марта 1921г. в Москве, на Тихвинской улице, в доме №3 начала свою деятельность "Лаборатория для разработки изобретений Н.И.Тихомирова"[*]. В этой первой советской ракетной научно-исследовательской и опытно-конструкторской лаборатории, подчинявшейся военно-научно-исследовательскому комитету при Реввоенсовете СССР, в самом начале работы была проверена возможность использования в качестве ракетного заряда штатных артиллерийских пироксилиновых бездымных порохов, изготовляемых на летучем спирто-эфирном растворителе. Предложение об их использовании в ракетных двигателях было сделано еще в 1916г. профессором И.П.Граве. Однако опыты, проведенные в лаборатории Н.И.Тихомирова, показали невозможность применения пироксилиновых порохов для изготовления ракетных зарядов. Эти пороха, имея тонкий горящий свод и большую начальную поверхность горения сгорали очень быстро, создавая неприемлемо высокое давление в ракетной камере. Для снижения давления в камере необходимо

---

[*] С июня 1928г. лаборатория Тихомирова стала именоваться Газодинамической лабораторией (ГДЛ). 21 сентября 1933г. на базе газодинамической лаборатории и Московской группы по изучению реактивного движения (Центральный ГИРД) организованной осенью 1931г. был создан по приказу Реввоенсовета СССР, подписанному М.И.Тухачевским, единый Реактивный научно-исследовательский институт (РНИИ), который в декабре 1936г. был переименован в НИИ-3 с подчинением народному комиссариату боеприпасов. Именно в этом институте были сосредоточены в тот период почти все работы в области ракетной техники.

уменьшить начальную поверхность заряда и, следовательно, при условии сохранения полного импульса тяги, увеличить толщину свода. Однако увеличение толщины свода свыше 10 мм для пироксилиновых порохов на летучем растворителе практически невозможно из-за трудностей удаления из толстосводных пороховых шашек летучего растворителя. Необходимо было искать новые пороха, пригодные для изготовления ракетных зарядов.

В Артиллерийской академии уже в 1923 году преподавателями академии О.Г.Филипповым и С.А.Сериковым проводились опыты по созданию новых, так называемых пироксилиново-тротиловых порохов (ПТП) первоначально предназначенных для метательных зарядов к артиллерийским орудиям.

Массовое содержание ПТП составляет 76,5% пироксилина, 23% тротила и 0,5% централита. Из этого пороха можно было глухим прессованием горячей массы готовить толстосводные цилиндрические шашки с центральным каналом, имеющие плотную структуру и способные гореть параллельными слоями достаточно устойчиво и стабильно.

Именно на этом пироксилиново-тротиловом порохе в течение примерно 10 лет велась в лаборатории Н.И.Тихомирова, а затем в Газодинамической лаборатории работа по созданию зарядов к ракетным двигателям различного назначения, в том числе для авиационных реактивных снарядов двух калибров.

Так как ракетные заряды для авиационных РС были прямыми предшественниками ракетных зарядов к основным реактивным снарядам Красной Армии периода Великой Отечественной войны, а именно М-8 и М-13, то на истории создания и их конструкции остановимся подробнее.

Для авиационного реактивного снаряда меньшего калибра был предварительно установлен калибр 76 мм , традиционный для русской артиллерии.

Предполагалось ракетный заряд для этого снаряда изготовлять из 7 шашек с наружным диаметром 23,2 мм. Однако при изготовлении матриц для прессования пороховых шашек неточно учли усадку пороха, и фактический размер шашек оказался равным 24 мм , что не обеспечивало входимость заряда в камеру 76 мм снаряда. Переделывать прессовое оборудование для изготовления шашек не стали, а пошли по пути увеличения калибра снаряда.

Так, исходя из случайно получившегося наружного диаметра пороховых шашек, с учетом толщины стенок ракетной камеры и необходимых местных утолщений по наружному диаметру двигателя появился калибр авиационного реактивного снаряда, равный 82 мм, а сам снаряд стал называться "РС-82".

Технология изготовления шашек из пироксилиново-тротилового пороха НПП-2 продиктовала и длину отдельной шашки. По баллистическому расчету необходимая масса заряда для 82 мм реактивного снаряда могла быть получена при длине заряда 230 мм. Прессование шашек такой длины с центральным каналом по технологии глухого прессования оказалось невозможным. Пришлось длину каждой шашки уменьшить в 4 раза. Таким образом, геометрические размеры пороховых шашек оказались следующими (мм):

наружный диаметр	- 24
диаметр канала	- 6
длина шашки	- 57,5

Заряд состоял из 28 шашек (Рис. 2).

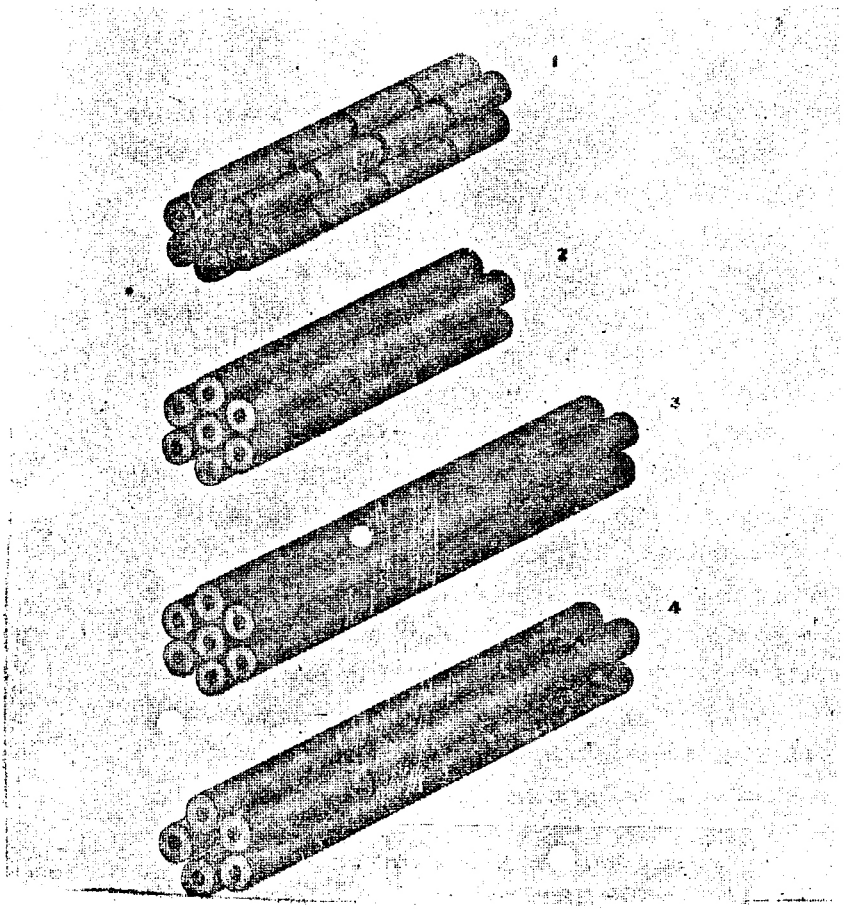


Рис.2. Заряды к реактивным снарядам калибра 82 мм:

I - из пироксилиново-тротилового (до 1934 г.) и нитроглицеринового (1935-1939 гг.) порохов для РС-82; 2 - из нитроглицеринового пороха для РС-82 (1939-1945 гг.) и для М-8 (1939-1943 гг.); 3 - из пироксилиново-селитренного пороха для М-8 (резервный 1942 г.); 4 - из нитроглицеринового пороха для М-8 (1943-1945 гг.).

Интересно, что диаметр пороховой шашки, равный 24 мм и возникший, как мы видели случайно, определил калибр и более мощного реактивного снаряда I32 мм , ставший столь знаменитым впоследствии. Произошло это таким образом. Для ускорения создания реактивного снаряда большего калибра решили использовать имеющиеся в наличии пороховые шашки диаметром 24 мм. Плотная укладка их по I9 шашек в ряду возможна при внутреннем диаметре ракетной камеры I20 мм , что с учетом толщины стенки ракетной камеры и местных утолщений ее, определило калибр реактивного снаряда, равный I32 мм. В дальнейшем отработали технологию прессования пороховых шашек с наружным диаметром 40 мм и диаметром канала 8 мм и перешли к ракетному заряду состоящему из 5 рядов таких шашек по 7 шашек в ряду.

Таким образом, геометрические размеры пороховых шашек для I32 мм авиационного реактивного снаряда оказались следующими (в мм):

наружный диаметр	- 40
диаметр канала	- 8
длина шашки	- 57,5

Заряд состоял из 35 таких шашек (Рис. 3).

Экспериментальная отработка опытных образцов авиационных реактивных снарядов "РС-82" и "РС-I32" на основе описанных выше зарядов из пироксилиново-тротилового пороха была завершена к концу I933г. Дальности стрельбы были получены соответственно 5 и 6 км. Встал вопрос об их широких испытаниях, для чего необходима была поставка большого количества ракетных зарядов. Однако вот этого-то и не могла обеспечить технология изготовления пироксилиново-тротиловых шашек глухим прессованием. Так, за весь I932 год было изготовлено всего всего 6 тонн этого пороха. Непрерывного прессова-

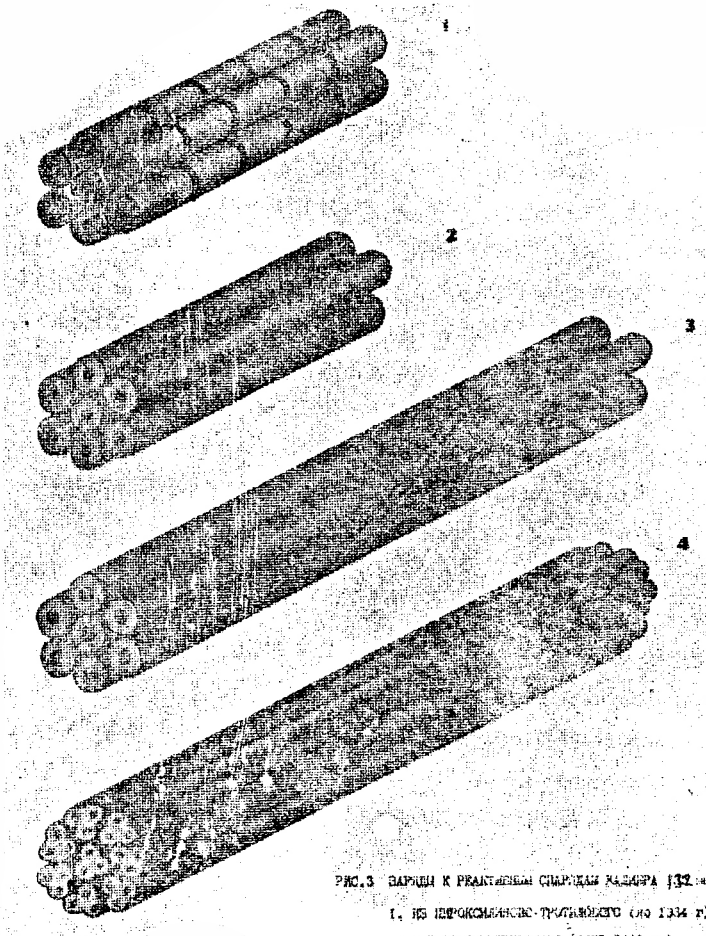


РИС.3 ЗАРЯДЫ К РЕАКТИВНЫМ СНАРЯДАМ КАЛИБРА 132 мм:

1. ИЗ ПЕРОКСИЛИНОВО-ПРОТИВОГАЗНОГО (ПО 1934 Г) И НИТРОГЛИЦЕРИНОВОГО (1935–1939 ГГ) ПОРОХОВ ДЛЯ РС – 132.
2. ИЗ НИТРОГЛИЦЕРИНОВОГО ПОРОХА ДЛЯ РС-132 (1939–1945 ГГ)
3. ИЗ НИТРОГЛИЦЕРИНОВОГО ПОРОХА ДЛЯ М-13 (1939–1945 ГГ)
4. ИЗ ПЕРОКСИЛИНОВО-НИТРОГЛИЦЕРИНОВОГО ПОРОХА ДЛЯ М-13 (РАЗРАБОТАН В 1942 Г)

РСЗерновой

ния шашек из пироксилиново-тротиловой массы наладить не удалось. Другими словами, порох ПТП не удовлетворял одному из основных требований, предъявляемых к боеприпасам - требованию технологичности.

Возможность создания боевых ракет в стране в этот период стала проблематичной. Возникла полная драматизма кризисная ситуация. Изготовленные для испытаний в больших количествах корпуса авиационных реактивных снарядов "РС-82" и "РС-I32" не могли быть использованы и лежали без движения.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ НИТРОГЛИЦЕРИНОВЫХ БАЛЛИСТИТНЫХ ПОРОХОВ ДЛЯ СТВОЛЬНОЙ АРТИЛЛЕРИИ

С целью расширения классов порохов, применяемых для изготовления метательных зарядов для артиллерийских систем в I926г. в Советском Союзе были начаты работы по созданию новых для страны порохов - нитроглицериновых порохов баллиститного типа.

Баллиститные пороха состоят из уплотненной нитроцеллюлозы, пластифицированной нитроглицерином (или другим высокоэнергетическим растворителем) без удаления растворителя - пластификатора.

Впервые баллиститные пороха были разработаны в конце 80-х гг XIX в. в Швеции знаменитым Нобелем и применялись для изготовления метательных зарядов к артиллерийскому выстрелу в Швеции, Италии и Германии.

Россия, использовавшая для всех видов артиллерийского вооружения в основном пироксилиновые пороха, рецептур баллиститных порохов не имела и промышленностью для их изготовления не располагала.

Проведение работ по созданию отечественных рецептур баллиститных порохов было поручено талантливому тридцатилетнему инженеру Александру Семеновичу Бакаеву (I895-I977), окончившему техническое отделение Артиллерийской академии и имевшему опыт практической работы на Охтенском пороховом заводе в Ленинграде. Более подробные сведения о деятельности этого выдающегося Советского ученого приведены в книге Г.К.Клименко "Страницы из истории пороховой промышленности" /6/.

Основными направлениями работ в начальный период деятельности Бакаева А.С. были: работы по компоновке состава пороха, техноло-

гические исследования, изготовление в лабораторных условиях образцов пороха, изучение в манометрической бомбе его баллистических характеристик.

Работы получили более широкий размах в 1928г., когда под руководством А.С.Бакаева была создана бригада специалистов, в которую вошли молодые, талантливые сотрудники Б.П.Фомин, И.Г.Лопук и др. и была решена задача исключительной важности - создан баллиститный порох, по своей калорийности близкий к штатному пироксилиновому пороху. Этот порох, получивший название "НГ", имел следующий массовый состав, %

коллоксилин	- 56,5
нитроглицерин	- 26,5
динитротолуол	- 9
динитроанизол	- 6
централит	- 2

В конце 1928г. на северозападном пороховом заводе была создана опытная установка для рецептурно-технологической отработки пороха. В первую очередь изготовлялся тонкосводный трубчатый порох к 76 мм полковой пушке образца 1902г. Так как при изготовлении пороха встретились большие технологические трудности (высокое давление прессования, большое количество вспышек на вальцах из-за недостаточной пластичности пороховой массы), то были проведены дополнительные исследования по уточнению состава пороха для улучшения его технологических свойств. Проблема была решена путем введения в состав пороха в качестве технологической добавки 1% вазелина. Порох получил название "НГВ".

Окончательный состав баллиститного нитроглицеринового пороха после некоторых дополнительных уточнений рецептуры , получивший индекс "Н" приведен ниже (в %%):

коллоксилин	- 57
нитроглицерин	- 28
динитротолуол	- II
централит	- 3
вазелин	- I

Именно этот порох явился основой всех последующих модификаций нитроглицериновых баллиститных порохов. Рецептура и технология этого пороха во время Великой Отечественной войны была передана в США и Великобританию. Поступавший оттуда баллиститный порох, изготовленный по советской документации имел индекс "НОД", что означало порох Н особой доставки.

Уверенность коллектива ученых, занимавшихся разработкой баллиститных порохов, в правильности своих научно-технических и технологических решений, настоятельная необходимость быстрейшей практической реализации результатов выполненных работ, сознание их важности для страны, явились стимулом для принятия смелого инженерного решения, связанного, быть может, с определенным риском, но сулящего огромный выигрыш во времени, решения о проектировании и строительстве не только опытного цеха по производству баллиститных порохов на северозападном заводе, но и большого порохового завода на юге Украины.

Опытный цех на северозападном заводе вошел в строй уже в 1931 году. Южноукраинский пороховой завод был завершен строительством в 1934 году. В этом же году завод приступил к освоению производства баллиститных порохов, продукции ранее не выпускавшейся промышленностью Советского Союза.

Сведения о работе южноукраинского завода по освоению производства баллиститных порохов приводятся в подробнейших воспоминаниях Ивана Васильевича Крыжановского (1905-1978), работав-

шего в описываемый период на этом заводе и принимавшего непосредственное участие в создании технологии производства и в освоении выпуска порохов и зарядов.

Без этих воспоминаний /8/, написанных в 1977 году, было бы невозможно объективно осветить важнейший этап истории создания ракетных зарядов из баллиститных порохов - этап создания и освоения промышленной технологии их изготовления.

В предлагаемой вниманию читателей работе автор неоднократно будет пользоваться воспоминаниями И.В.Крыжановского.

Коротко о схеме технологического процесса, реализованной на заводе:

а) Нитроглицерин изготовлялся периодическим сепарационным способом.

б) Загрузка компонентов в мешатель была поочередной с перемешиванием после ввода каждого компонента.

в) Переработка пороховой массы проходила в следующей последовательности:

- вальцевание на горизонтальных вальцах;
- рулонирование на вертикальных вальцах;
- формование пороховых трубок на гидравлических прессах фирмы "Крупп";
- резка пороховых трубок на нужную длину;
- разбраковка;
- мешка, комплектация и испытания партии пороха.

г) Отгрузка порохов, удовлетворяющих требованиям документации, проводилась россыпью на воинские базисные склады, где и происходила комплектация порохов в заряды.

Единственной номенклатурой пороха, подлежащей освоению заводом в пусковой период для поставок в 1934-1935 годах был баллиститный трубчатый порох Н следующего размера, мм

наружный диаметр	3,2
диаметр канала	- 1,2
длина	- 245

Порох предназначался для 76 мм зенитной пушки образца 1931г.

Следует особо сказать о больших трудностях, возникших при изготовлении баллиститного пороха на этапе его освоения на заводе. Уже в этот период столкнулись с фактом резкого влияния поставляемого коллоксилина на технологичность состава и качество пороха. Дело в том, что коллоксилиновым производством южноукраинский пороховой завод не располагал и получал коллоксилин от других пороховых заводов. Наиболее легко подвергалась переработке пороховая масса, изготовленная на коллоксилине северозападного завода и, наоборот, " совершенно неудовлетворительными технологическими качествами обладал коллоксилин поставки одного из заводов центральной России". /8/ При изготовлении порохов на коллоксилине этого завода не только имела место повышенная аварийность на фазе прессования, но и много продукции браковалось из-за неудовлетворительного внешнего вида пороха (поверхностная "елочка", нецентричность, "тигровость" по каналу и т.д.). Очень высокая аварийность была в период освоения состава также при вальцевании на горизонтальных вальцах. Были и другие трудности. Дело осложнялось тем, что контроль за соблюдением технологии был практически невозможен, так как на первых порах отсутствовал зафиксированный регламент технологического процесса.

В 1935г. была создана под руководством А.С.Бакаева авторитетная комиссия, в которую вошли сотрудники НИИ-6 Б.П.Фомин, В.С.Дерно-

вой, а также работники порохового завода В.С.Бондарь, И.В.Крыжановский и др. Комиссия провела анализ всего технологического процесса, выявила причины трудностей и разработала мероприятия по их устранению. В частности, комиссия установила, что причиной высокой аварийности при вальцевании на горизонтальных вальцах было "травление" поверхности валков в результате обработки их соляной кислотой, проводившейся с целью повышения охватывающей поверхности валков. При этом образовывались глубокие раковины - центры вспышек. Травление было категорически запрещено и заменено натиранием валков наждачным камнем.

На всех фазах производства были внедрены технологические регламенты и обеспечено их строгое соблюдение, повышена производственная дисциплина, организовано обучение персонала.

В результате проведенной работы производство нитроглицериновых баллиститных порохов на заводе стабилизировалось, аварийность на всех фазах резко уменьшилась, снизился технологический брак, повысилась производительность труда.

Одним словом, первый в Союзе большой валовый завод по производству нитроглицериновых баллиститных порохов полностью вошел в строй.

В 1935 году заводу было поручено изготовление баллиститного пороха Н для метательных зарядов к морским артиллерийским системам.

Завод поставлял в достаточно больших количествах трубчатые пороха, размеры которых находились в следующих границах (мм):

наружный диаметр	от 6,5 до 20
диаметр канала	от 2,2 до 7,5
длина	от 290 до 635

Таким образом, задача изготовления метательных артиллерийских зарядов из нитроглицериновых баллиститных порохов была решена.

Следует особо отметить, что хотя никаких заданий по выпуску ракетных зарядов из баллиститных порохов завод не имел, тем не менее все объективные предпосылки для их изготовления на заводе были созданы.

Необходимо было, чтобы два, описанных в этом и предыдущем разделах, научно-технических направления пересеклись между собой.

Как это произошло, описано в следующей главе.

ГЛАВА 4. СДАЧА НА ВООРУЖЕНИЕ АВИАЦИОННЫХ РЕАКТИВНЫХ СНАРЯДОВ РС-82 и РС-132 С РАКЕТНЫМИ ЗАРЯДАМИ ИЗ БАЛЛИСТИТНЫХ ПОРОХОВ

Как упоминалось выше, работы по испытаниям авиационных реактивных снарядов РС-82 и РС-132 в 1933 году из-за отсутствия ракетных зарядов фактически прекратились.

И, как уже не раз было в истории науки и техники, решение проблемы оказалось лежащим на стыке разных научно-технических направлений, развитие которых до определенного момента протекало независимо друг от друга.

О том, как произошла первая встреча сотрудников РНИИ, разрабатывавших конструкции ракетных снарядов, и сотрудников НИИ-6, создавших рецептуры баллиститных порохов изложено в воспоминаниях непосредственного участника разработки рецептур порохов, а впоследствии разработчика ракетных зарядов из этих порохов - Владимира Сергеевича Дернового /9/.

Эти воспоминания написаны им по просьбе автора в октябре 1984г. и подробно освещают ход работы на первом самом ответственном этапе создания ракетных зарядов из баллиститных порохов для авиационных снарядов РС-82 и РС-132.

Привожу цитату из воспоминаний В.С.Дернового:

"В первой половине 30-х годов (примерно в 1934г.) лабораторию нитроглицеринового пороха в НИИ-6, возглавляемую А.С.Бакаевым и Б.П. Фоминым, посетили представители РНИИ - группа в составе 3 или 4 человек: Ф.Н.Пойда, Г А.Артемьев и, кажется, Ю.А.Победоносцев и (или) М.Ф.Фокин - с целью выяснения и поисков возможности замены в РС-82 и РС-132 пироксилиново-тротилового пороха НТП.

По сообщению прибывших, технология ПТП (глухое прессование) позволяла получать только шашки ограниченной длины и, главное, исключала возможность массового изготовления их в промышленных условиях вследствие малой производительности и повышенной опасности. Для дальнейшего продвижения текущих работ и успешного решения общей задачи настоятельно требовалось заменить в РС порох ПТП, и прибывшие обратились к специалистам НИИ-6 с просьбой порекомендовать им для применения в РС какой-нибудь конкретный порох, который наиболее подходил бы для этой цели, был пригоден для массового изготовления в промышленных условиях и уже сейчас или в самое ближайшее время мог изготовляться в достаточно больших количествах.

В ответ на это представителям РНИИ тут же и сразу было рекомендовано применить для РС порох Н, разработанный к тому времени для артиллерийских систем (других баллиститных порохов, в том числе специальных составов, тогда еще не было).

При этом было подчеркнуто, что специалисты НИИ-6 не сомневаются в возможности изготовления и применения пороха Н для РС, технология этого пороха позволяет легко изготовлять пороховые трубки практически любой требуемой длины и что удлинение пороховых трубок до размеров ракетной камеры не только упростит конструкцию и изготовление заряда, но должно заметно улучшить его баллистические качества..."

далее из этих же воспоминаний:

"Так как нитроглицериновый порох баллиститной технологии в то время мог изготовляться только в опытных мастерских северозападного порохового завода, то, учитывая важность и срочность дела, при общем согласии было решено, что в целях всемерного его ускорения с заказом на изготовление пороха для РС РНИИ самостоятельно

обратится на этот завод; а НИИ-6 примет необходимое участие в этой работе.

Окрыленные внезапно открывшейся перспективой быстрого выхода из тупика, в котором тогда оказалась проблема создания РС по причине отсутствия приемлемого порохового заряда, представители РНИИ и НИИ-6 незамедлительно выехали на этот завод, где вскоре и было начато опытное изготовление для РС трубчатого нитроглицеринового пороха диаметром 24 и 40 мм".

Опытный цех северозападного завода начал прессование шашек из пороха Н сразу же после изготовления нового пресс-инструмента, позволившего прессовать пороховые шашки нужных размеров.

В начале производства встретились с определенными трудностями. В отдельных случаях при стендовых испытаниях изготовленных зарядов резко увеличивалось давление газов в ракетной камере. Было установлено, что причиной этих взрывов давления явилось увеличение поверхности горения вследствие наличия в порохе закапсюлированного воздуха, так называемых "воздушных включений". На борьбу с этими "воздушными включениями" ушло много времени. Но в конце концов, технология была доведена до необходимого уровня и заряды из баллиститного пороха Н в ракетных камерах авиационных снарядов РС-82 и РС-132 стали гореть закономерно. В итоге северозападный завод изготовил заряды для РС-82 и РС-132 в количествах, достаточных для проведения широких стендовых и стрельбовых проверок.

Испытания ракетных снарядов РС-82 и РС-132 остановившиеся было возобновились.

Эти испытания были начаты на одном из полигонов в 1935г. под общим руководством главного инженера РНИИ Г.Э.Лангемана (1898-1938). Опытные стрельбы реактивными снарядами проводились

с самолета И-15 летчиком-испытателем НИИ ВВС РККА Г.Я.Бахчиванджи (1909-1943). Подробный рассказ об этих испытаниях содержится в книге "Первые старты" /7/. Особую ценность приведенным в этой книге фактам придает то обстоятельство, что один из ее авторов, впоследствии доктор технических наук, дважды Лауреат Государственной премии СССР, профессор, а в то время 28-летний инженер Юрий Александрович Победоносцев (1907-1973), был непосредственным участником разработки и испытаний ракетных снарядов.

Так как книга "Первые старты", изданная в 1972г. небольшим тиражом (всего 29 тыс. экземпляров) стала библиографической редкостью, то считаю необходимым привести прямые цитаты из этой книги, касающиеся работы ракетного заряда при испытаниях реактивных снарядов РС-82 и РС-132.

"В процессе опытов неожиданно пришлось столкнуться с непонятным явлением. В один из холодных осенних дней уже проверенные снаряды вдруг отказывались летать так, как им полагалось: после пуска они вылетали вперед на 3-5 метров, падали на землю и, полежав одну-две секунды, срывались с места и улетали в произвольном направлении... В результате тщательного анализа удалось выяснить, что "критическое" сечение сопла, подобранное при нормальной температуре для шашек ПТП, было непригодно при низких температурах для шашек из пороха Н. Положение оказалось серьезным; снарядов для полигонных испытаний с такими соплами изготовили несколько сотен. Шашек из ПТП больше не изготовляли. Чтобы не сорвать испытания, было принято решение немедленно подобрать и всесторонне проверить новый размер критического сечения сопла для шашек из пороха Н, способный обеспечить их нормальное горение при любой практически возможной температуре.

Для использования уже изготовленных снарядов решено было в горловину их сопла вставить дополнительные втулки, уменьшающие проходное сечение для газов. На полигоне в палатках были перснаряжены сотни снарядов. Люди работали днем и ночью, в дождь и снег. Испытания не прекращались ни на один день /7/. Результаты испытаний, как по кучности стрельбы, так и по эффективности действия снарядов у цели, превзошли все ожидания.

Вопрос массового производства ракетных зарядов для авиационных снарядов РС-82 и РС-132 стал первоочередным. И как тут благодарно не вспомнить еще раз исключительную для страны важность работ, проведенных учеными-пороховиками и инженерами-технологами пороховой промышленности в 1926-1934 годах, в результате которых не только были созданы рецептуры баллиститных порохов, но и построен завод для их массового производства, который смог обеспечить поставку необходимого количества зарядов.

Начиная с 1935 года изготовление ракетных зарядов к авиационным ракетным снарядам РС-82 и РС-132 в связи с ростом потребности в этих снарядах переведено на завод в Донбассе. Освоение производства пороха Н и изготовление зарядов из него для РС-82 и РС-132 производилось, так же как и на северозападном заводе под авторским контролем НИИ-6, который осуществляли руководители лаборатории нитроглицериновых порохов А.С.Бакаев, Б.П.Фомин, а также сотрудник лаборатории В.С.Дерновой.

И.В.Крыжановский вспоминает:

"Накопленный заводом опыт изготовления баллиститного пороха для морской артиллерии позволил сразу же - в кратчайшее время - немедленно приступить к изготовлению зарядов 24/6-57 мм , аналогичных размерам зарядов из пироксилиново-тротилового пороха."

Изготовленные на откорректированной до заданных размеров имеющейся в наличии матрицы передовые образцы шашек к 82 мм РС по размерам и внешнему виду полностью удовлетворяли требованиям РНИИ. Необходима была проверка характера горения пороха в условиях ракетной камеры. Показателями, характеризующими работу заряда в тот период, являлись величина максимального давления в камере, определяемая по обжатию крешерных столбиков, и разброс давлений в камере сжигания.

Опыты по сжиганию передового образца, проведенные в материальной части, доставленной лично Ю.А.Победоносцевым, показали вполне приемлемые результаты (из-за отсутствия испытательных стендов испытания проводились на открытой площадке полигона завода) и послужили основанием для проведения следующего этапа - отработки технологии получения шашек более крупных размеров (диаметром 40 мм) к авиационному снаряду РС-132. Чертежи пресс-инструмента разработал И.В.Крыжановский. Изготовил пресс-инструмент механический цех порохового завода.

Как указывалось выше, длина пороховых шашек (57,5 мм) была установлена в свое время вынуждено, исходя из технологических возможностей их изготовления глухим прессованием из пороха ПТП.

Хотя технология изготовления баллиститных порохов никакого ограничения на длину шашек не накладывала, пришлось все-таки, до проведения сравнительных проверок зарядов из порохов ПТП и Н, заряды из пороха Н изготовлять такими же короткими, т.е. 57,5 мм. Была введена для этого дополнительная операция - разрезка отпрессованного порохового шнура на заданную длину.

Предметом особой заботы при изготовлении ракетных зарядов на заводе в Донбассе, впрочем, так же как и на северозападном заводе, была борьба с воздушными включениями в пороховых шашках.

В своих воспоминаниях В.С.Дерновой пишет:

"Воздушные включения долго оставались предметом особого внимания специалистов. Вопрос был решен компромиссным путем: как дальнейшим совершенствованием и регламентацией технологического процесса при одновременном повышении дисциплины производства, так и регламентацией допустимых дефектов в пороховых шашках, которые были определены в процессе стендовых испытаний зарядов с воздушными включениями, различными по их количеству и размерам" /9/.

Ю.А.Победоносцев вспоминает:

"Была организована жесткая разбраковка зарядов, тщательное перемешивание шашек, изготовленных на разных прессах и многое другое. Сказались и новые условия производства и несколько другое оборудование и, наконец, иные климатические условия. Например, было замечено, что, если партия пороховых шашек сдавалась отделу технического контроля ранним утром, то давление в камерах при горении было нормальным. Во второй же половине дня, давление, как правило, повышалось, и вся партия шашек браковалась. Оказывается, на ракетные заряды сильное воздействие оказывала температура воздуха. Холодными ночами заряды остывали, и партия давала нормальное давление. За день контрольные заряды сильно разогревались и давали повышенное давление, не укладывавшиеся в допустимые пределы /7/.

В результате двухлетних исследований, проведенных на пороховом заводе в Донбассе Ю.А.Победоносцевым были созданы методы проектирования пороховых ракетных зарядов, включая учет влияния температуры на баллистические характеристики двигателя. Это было очень важным достижением.

В начале 1937г. полигонные испытания авиационных снарядов РС-82 с зарядами из баллиститного пороха Н, изготовленных пороховым заводом в Донбассе, были повторены в большем объеме с использованием

самолетов различных типов и показали очень хорошие результаты.

4 сентября 1937г. был издан приказ ВВС РККА которым предписывалось командиру 65-й истребительной авиаэскадрильи Герою Советского Союза майору П.В.Рычагову провести войсковые испытания авиационных снарядов РС-82. После успешного проведения этих испытаний на 7 самолетах И-15 в декабре 1937г. 82 мм реактивные снаряды были приняты на вооружение истребителей И-15 и И-16. В июле 1938г. после успешных войсковых испытаний на самолетах СБ реактивные снаряды РС-132 были приняты на вооружение бомбардировочной авиации СССР.

Весной 1939г. на одном из полигонов под Москвой предполагалось провести широкие испытания ракетного авиационного вооружения. В это время на Дальнем Востоке японские милитаристы спровоцировали военный конфликт на границе Монгольской Народной республики в районе реки Халхин-Гол. В боевых действиях с обеих сторон в широких масштабах применялась истребительная и бомбардировочная авиация. Тогда по предложению командования ВВС решено было проверить эффективность ракетного оружия непосредственно в боевой обстановке. Сформированная для этой цели первая в мировой истории группа истребителей-ракетоносцев под командованием опытного летчика-испытателя Николая Ивановича Звонарева состояла из 5 самолетов И-16. На вооружении каждого самолета было по 8 ракет. 5 августа 1939г. все 5 самолетов прибыли в Монголию, в район боевых действий и 20 августа вылетели на выполнение первого боевого задания. При встрече с японскими истребителями над линией фронта все 5 истребителей сделали одновременный ракетный залп и сбили два вражеских самолета. Это было первое в мировой истории применение авиацией ракетного оружия. Всего за период боевых действий на реке Халхин-Гол группа Звонарева участвовала в 14 воздушных боях и сбила

13 самолетов противника, не потеряв ни одного своего самолета. Японским летчикам, как они не старались, разгадать секрет нового оружия не удалось. Не смогли установить этого и японские эксперты. Изучив осколки ракетных снарядов, попавшие в их руки, они пришли к выводу, что "разрушения вызваны артиллерийскими снарядами калибра около 76 миллиметров" /7/.

После успешных действий на Халхин-Голе к концу 1939г. ряд авиационных полков получил на вооружение реактивные снаряды. Ракеты РС-82 устанавливались на истребителях И-15, И-16 и И-153, а также на штурмовиках ИЛ-2, а ракеты РС-132 устанавливались на бомбардировщиках СБ и на штурмовиках ИЛ-2".

Таким образом, советская авиация первая в мире получила ракетное оружие, которое можно было применять для поражения наземных и воздушных целей.

В США и Англии на вооружение авиации ракеты были приняты только в 1942г., а в Германии - в 1943г.

ГЛАВА 5. РАКЕТНЫЕ ЗАРЯДЫ К РЕАКТИВНЫМ СНАРЯДАМ СУХОПУТНЫХ ВОЙСК М-13 И М-8

Наиболее массовым ракетным снарядом, применявшимся сухопутными войсками Советской Армии в период Великой Отечественной войны, был снаряд калибром 132 мм, имевший индекс М-13.

Большой интерес представляет история его создания, неразрывно связанная с историей разработки ракетного заряда.

Тактико-техническое задание на разработку 132 мм реактивного снаряда для сухопутных войск Главное артиллерийское управление выдало реактивному научно-исследовательскому институту (РНИИ) в начале 1937г. и уточнило его в июне 1938г. Для быстрейшего выполнения задания был максимально использован опыт разработки авиационного снаряда РС-132. К декабрю 1938г. была уже изготовлена опытная партия 132 мм реактивных снарядов, конструкция и баллистические характеристики которых мало отличались от характеристик ранее разработанного авиационного снаряда РС-132. С декабря 1938г. по февраль 1939г. проводились полигонные испытания изготовленных снарядов.

Комиссия, проводившая испытания, указав на ряд недостатков этих снарядов (выброс пороха в конце работы, отказы и задержки в воспламенении, недостаточная дальность стрельбы, низкая кучность, а также ряд серьезных недостатков пусковых установок), в своем заключении, тем не менее, отметила:

"Предоставленные на войсковые испытания ракетные снаряды при устранении указанных недостатков являются надежным средством артиллерийского вооружения и ценным вкладом в развитие ракетно-артиллерийского дела" /7/.

В связи с замечаниями комиссии коллектив РНИИ (В.А.Артемьев, Ф.Н.Пойда, Ю.А.Победоносцев и др.) совместно с сотрудниками НИИ-6 (А.С.Бакаев, Б.П.Фомин, В.С.Дерновой и др.) провели большую доработку как снаряда в целом, так и его ракетного заряда.

Наиболее серьезная и трудоемкая доработка снаряда проводилась с целью устранения крупнейшего его недостатка-малой дальности. В связи с заменой заряда из пироксилиново-тротилового пороха ПТП-2 зарядом из баллиститного пороха Н оказалось возможным решить эту задачу простейшим способом, а именно: путем увеличения длины, а следовательно, и массы заряда примерно в 2 раза, без изменения других геометрических размеров пороховых шашек. Дальность снаряда М-13 возросла до 8,5 км (вместо 6 км у РС-132) при одновременном увеличении массы боевой части.

Значительную работу провели с целью увеличения кучности снаряда М-13. Для этого, во-первых, заменили в двигателе дисковую диафрагму колосниковой, что уменьшило и стабилизировало выброс несгоревших частиц пороха, и , во-вторых, увеличили жесткость стабилизаторов путем замены литых дюралевых стабилизаторов штампованными стальными с продольными гофрами.

Наконец, были устранены отказы и задержки в воспламенении зарядов, во-первых, за счет замены воспламенителя в миткалевом картузе на влагоустойчивый воспламенитель в жестком футляре, и, во-вторых, путем введения дублирования зажигания с помощью двух пиросвечей, размещенных на переднем ведущем поясе снаряда вместо одного центрального пиропатрона в авиационном РС-132.

Переходим к описанию конструкций ракетных заряда и двигателя к реактивному снаряду М-13, определившихся в результате описанных выше работ.

Общий вид ракетного заряда представлен на рис. 3.

Заряд состоял из 7 цилиндрических одноканальных шашек с наружным диаметром 40 мм и диаметром канала 8 мм. Длина заряда составляла 550 мм. Заряд изготовлялся из пороха Н.

Масса заряда была установлена равной 7050±35 г. Для подбора массы заряда одна из шашек, входящих в комплект заряда, могла быть укороченной. Воспламенение заряда осуществлялось одним воспламенителем из пороха ДРП-I или ДРП-2 массой 50 г, размещенным в донной части ракетной камеры. Зажжение воспламенителя осуществлялось с помощью двух пиросвечей, в которые вставлялся пиропатрон ПП-5. Заряд размещался в ракетной камере, изготовленной из сталей С-50, С-55 и др. Толщина стенки ракетной камеры составляла 4 мм. Термоизоляция на внутреннюю поверхность камеры не наносилась. Внутренний диаметр ракетной камеры был равен I20 мм. Диаметр критического сечения сопла, выполненного в виде одного отверстия, был равен 37,5 мм, при наибольшем диаметре раструба - 75 мм. Таким образом, отношение диаметра раструба к диаметру критического сечения сопла равно двум. Масса ракетной части (без заряда) равна I4 кг.

В соответствии с требованиями технической документации партия ракетных зарядов при ее приемке проверялась огневыми стендовыми испытаниями группой из 7 опытов только при температуре $+40^{\circ}C$. При этом среднее и максимальное давление газов в камере не должно было превышать 250 кгс/см^2 и 285 кгс/см^2 соответственно. Минимальное давление газов не должно опускаться ниже I75 кгс/см^2. Разброс максимального давления должен был находиться в пределах ±I3%. Требований по полному импульсу реактивной силы, а также по времени работы заряда не предъявлялось.

По результатам стендовых испытаний, проведенных на этапе

отработки двигателя, давление газов в камере при +15°С было около 160 кгс/см^2, а при -40°С около 100 кгс/см^2. Максимальное время горения заряда при -40°С доходило до 1,1 с.

С 28 сентября по 9 ноября 1939г. реактивный снаряд М-13 с описанным выше ракетным зарядом был подвергнут широким полигонным испытаниям. Во всех случаях ракетный заряд работал стабильно. Испытания прошли с положительным результатом. Ничем не оправданная задержка с проведением последующего этапа испытаний, т.е. войсковых испытаний, привела к тому, что серийное производство реактивных снарядов М-13 перед войной развернуто не было.

Маршал Советского Союза Г.К.Жуков в своей книге "Воспоминания и размышления" с большой горечью отмечает:

"Маршал Г.И.Кулик, являясь главным докладчиком И.В.Сталину по вопросам артиллерии не всегда правильно ориентировал его в эффективности того или иного образца артиллерийско-минометного вооружения. К началу войны Главное артиллерийское управление не оценило полностью такое мощное реактивное оружие как БМ-13 ("Катюши") ..." /10/.

И действительно, промышленность получала заказы только на изготовление опытных партий. Так, в 1940г. заводами было изготовлено всего 1000, а до 1 мая 1941 - 10788 снарядов М-13 /7/.
С 15 по 17 июня 1941г. на полигоне под Москвой состоялся смотр образцов вооружения Красной Армии. Были проведены, в частности, и залповые стрельбы реактивными снарядами М-13. Присутствовавшие на смотре народные комиссары обороны С.К.Тимошенко, вооружения Д.Ф.Устинов, боеприпасов Б.А.Ванников и начальник Генерального штаба Г.К.Жуков дали высокую оценку новому реактивному оружию.

21 июня 1941г., буквально за несколько часов до начала Великой Отечественной войны, было принято решение о развертывании серийного производства реактивных снарядов М-13, пусковых установок БМ-13 и о начале формирования ракетных войсковых частей.

До Великой Отечественной войны для сухопутных войск Советской Армии был создан еще один реактивный снаряд, калибром 82 мм, имевший индекс М-8. Этот снаряд был разработан на базе авиационного реактивного снаряда РС-82. Ракетный заряд к реактивному снаряду М-8 изготовлялся из пороха Н и состоял вначале из семи цилиндрических шашек с наружным диаметром 24 мм и диаметром канала 6 мм. Длина заряда была 230 мм. Масса заряда составляла 1040 г. Воспламенение заряда обеспечивалось двумя воспламенителями из пороха ДРП-1 или ДРП-2 массой по 11 г, помещаемых в донной и хвостовой частях ракетной камеры. Зажжение воспламенителей обеспечивалось пиропатронами ПП-5.

Заряд с воспламенителем размещались в ракетной камере с внутренним диаметром около 73 мм и толщиной стенок около 3,5 мм. Корпус ракетной камеры изготовлялся из сталей С-50 или С-55 и вытачиванием из сплошных заготовок. Ракетный двигатель имел сопло в виде одного отверстия диаметром 19 мм при диаметре раструба 43 мм. Таким образом, отношение диаметра раструба к диаметру критического сечения сопла было равно 2,27. Масса ракетной части (без заряда) была равна 4,1 кг.

Требования технических условий к баллистическим характеристикам ракетного двигателя М-8 при приемных испытаниях повторяли аналогичные требования, предъявляемые к ракетному двигателю для М-13 (см. выше). После проведения стрельбовых испытаний прошедших с положительным результатом в августе 1941г. реактивный снаряд М-8 был принят на вооружение сухопутных войск Красной Армии.

ГЛАВА 6. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНЫХ ЗАРЯДОВ ИЗ БАЛЛИСТИТНЫХ ПОРОХОВ ДЛЯ РЕАКТИВНЫХ СНАРЯДОВ СУХОПУТНЫХ ВОЙСК

Изготовление зарядов из баллиститных порохов в предвоенный период и в начале войны, в больших количествах необходимых для комплектации реактивных снарядов сухопутных войск могло осуществляться, как уже указывалось выше, в основном только на южноукраинском заводе. Накопленный этим заводом опыт изготовления ракетных зарядов к авиационным реактивным снарядам РС-82 и РС-132 был полностью использован при изготовлении ракетных зарядов к реактивным снарядам М-13 и М-8, а потому экспериментально-технологическая сторона освоения этих зарядов была быстро и успешно завершена.

Однако разработка и утверждение технической документации на изготовление пороха, зарядов из него и правил приемки контролирующими службами, заметно отставали.

Приказом Главного Управления Наркомата боеприпасов разработка технической документации была возложена на комиссию под председательством начальника технического отдела южноукраинского завода И.В.Крыжановского. В комиссию были включены научные сотрудники НИИ-6 В.С.Дерновой и РНИИ В.Г.Бессонов, представитель северозападного завода и представители военной приемки ВВС.

При разработке технических условий одним из существенных разногласий явилась величина допуска на наружный диаметр 40 мм шашки для М-13. Особенности технологического процесса, релаксационные свойства прессуемого пороха, статические данные обмеров пороховых образцов и установочных партий свидетельствовали о том, что приемлемой величиной допуска при валовом изготовлении продукции должна быть величина - 1 мм.

Такая величина допуска считалась обоснованной и приемлемой всеми членами комиссии, за исключением представителя РНИИ В.Г.Бессонова, по мнению которого допуск на наружный диаметр надлежало установить в 2 раза меньшим, а именно 0,5 мм. Проект разработанных ТУ с допуском I,0 мм, принятым большинством членов комиссии, был представлен на утверждение.

Однако, вопреки возможностям производства, технические условия были утверждены с допуском по наружному диаметру 0,5 мм.

Указанное обстоятельство сразу же ограничило выпуск зарядов для М-I3. Эффективность действия первых залпов Гвардейских минометов "Катюш", потребовала неотложных мер к всемерному увеличению выпуска зарядов для М-I3. Такой, причем единственной мерой могло быть изменение допуска по наружному диаметру шашек в сторону его увеличения. Это было оформлено приказом по заводу начальником 3 Главного Управления Наркомата боеприпасов Ф.С.Рябцевым и начальником технического отдела того же Главка В.К.Постниковым. Увеличение допуска до одного миллиметра при сохранении всех прочих требований ТУ (в том числе и по баллистическим характеристикам), явилось поворотным пунктом к резкому увеличению выпуска зарядов. Буквально, со следующего дня после утверждения нового допуска все производственные мощности были переключены на выпуск зарядов к М-I3.

В своих воспоминаниях тов. Крыжановский И.В. считает необходимым отметить положительную роль в вопросе увеличения выпуска зарядов к М-I3 руководителя военной приемки, военинженера II ранга Л.М.Полякова. Л.М.Поляковым в инициативном порядке было предложено некоторое ослабление требований в части внешних дефектов пороховых шашек, которые не могли оказывать отрицательного действия на баллистические и эксплуатационные качества зарядов (размер поверх-

ностных царапин, вмятин, инородных включений, торцовых сколов, воздушных включений). Решение о принятии зарядов с подобными отклонениями от требований принимались военным представителем на основании положительных результатов контрольных испытаний зарядов, в комплекты которых равномерно были введены шашки с названными отклонениями. Реализация такого предложения способствовала дальнейшему увеличению поставок зарядов для фронта без ущерба для качества зарядов. За проявленную инициативу и умелую организацию массового выпуска зарядов для фронта группа сотрудников южноукраинского завода 22 декабря 1941 года была удостоена высоких правительственных наград. Начальник завода Д.Г.Бединский был награжден орденом Трудового Красного Знамени, руководитель военной приемки военинженер II ранга Л.М.Поляков получил орден Красной Звезды. Труд начальника цеха И.В.Крыжановского был отмечен орденом "Знак почета". Механик цеха Ф.Я.Грищенко был награжден медалью "За трудовую доблесть". Нельзя не отметить огромную роль, которую сыграл южноукраинский завод в деле подготовки квалифицированных кадров в области производства баллиститных порохов. Вот далеко не полный перечень работников этого завода, внесших бесценный вклад в организацию производства зарядов из баллиститных порохов на других пороховых заводах страны. Это Баженов Клавдий Иванович, Пашков Борис Ильич, Гусакова Мария Дерофеевна, Бондарь Виктор Степанович, уже упоминавшийся ранее Крыжановский Иван Васильевич и многие, многие другие.

В октябре 1941г. командующим Южным фронтом, в связи с приближением немецко-фашистских войск, было приказано все технологическое оборудование, необходимое для организации производства порохов на новых местах, эвакуировать, а все производственные здания и сооружения взорвать, что и было своевременно

сделано. Был эвакуирован и весь личный состав завода.

Производство ракетных зарядов для реактивных снарядов в стране резко уменьшилось. Единственным заводом, который мог поставлять заряды для РС, притом в весьма ограниченных на первых порах количествах, был один из уральских заводов. Потребности фронта в реактивных снарядах М-I3 и М-8 не обеспечивались, в том числе и из-за недостатка ракетных зарядов.

В своих воспоминаниях, относящихся к январю-февралю I942г. Маршал Советского Союза Г.К.Жуков писал: "Из-за отсутствия боеприпасов для реактивной артиллерии ее пришлось частично отводить в тыл" /I0/.

ГЛАВА 7. РАКЕТНЫЕ ЗАРЯДЫ К РЕАКТИВНЫМ СНАРЯДАМ М-13 И М-8 ИЗ ПИРОКСИЛИНОВО-СЕЛИТРЕННЫХ ПОРОХОВ

В первые месяцы Великой Отечественной войны пороховая промышленность страны, производящая баллиститные пороха, не могла обеспечить поставки зарядов для комплектации ракет М-13 и М-8 в необходимых количествах. После того, как южноукраинский завод был выведен из числа действующих предприятий, только один уральский завод в стране мог производить заряды из баллиститных нитроглицериновых порохов. А между тем потребность в зарядах была не только огромной, но и все возрастающей. Если к началу войны Красная Армия имела только 7 батарей боевых машин БМ-13, то в результате эффективной организаторской работы, проведенной как на предприятиях оборонной промышленности, так и на привлеченных заводах, уже в первые месяцы войны было поставлено такое количество боевой техники, что на I января 1942г. Красная Армия располагала уже 87 дивизионами боевых машин БМ-13.

Перед пороховой промышленностью встала задача попытаться организовать производство ракетных зарядов к отработанным реактивным снарядам М-13 и М-8 на базе имеющихся в стране заводов пироксилиновых порохов и тем самым обеспечить снабжение фронта реактивными снарядами до ввода в строй новых мощностей по производству нитроглицериновых баллиститных порохов.

Первоначально пошли по пути, который в случае успеха позволил бы в кратчайшее время организовать производство зарядов, а именно, по пути разработки ракетных зарядов для М-13 и М-8 из штатных пироксилиновых порохов

Однако, эти попытки окончились неудачей. В отчете НИИ-3 от октября 1941г. "Об испытаниях пироксилинового пороха марок М 24/4 230 и П/40/6 288" было указано:

"Как показали опыты, пироксилиновый порох стандартного состава и формы, изготовленный по обычной технологии был не пригоден для РС. При низких температурах он затухал в реактивных камерах, горел дегрессивно, незакономерно, давал высоки высоких давлений".

Пришлось сосредоточить свои усилия на разработке новых составов порохов. Задача усложнялась тем, что по требованию разработчиков снаряда, диаметр критического сечения сопла, а также конструкция диафрагмы при переходе на заряды из новых порохов, с целью взаимозаменяемости с зарядами из штатного пороха Н, должны быть сохранены без изменения.

К декабрю 1941г. особому техническому бюро на приволжском заводе эту трудную задачу удалось решить. Была разработана рецептура пороха, которая могла быть использована для изготовления зарядов к РС М-13 и М-8. Порох получил индекс ПС, что означало пероксилиново-селитренный. Приводим массовое содержание компонентов этого пороха, %:

пироксилин АВ	68±2
калиевая селитра	20,6±2
канифоль	2,2±0,3
дифениламин	1,0±0,3
общее содержание летучих (спирт, эфир, вода)	7,5-9,0
плотность пороха	1,58 г/см^3
калорийность	745±15 ккал/кг

Порох отвечал главному для того периода требованию: мог изготовляться на существующем оборудовании пироксилиновых заводов, что обеспечило возможность максимально быстрой поставки зарядов для комплектации РС. Порох фабриковался из смесевого пироксилина (древесная целлюлоза ВЦА и линтер). Калиевая селитра (после измельчения и просейки) и канифоль (после растворения в эфире) вводились в состав пороха на фазе мешателей. Скорость прессования пороха лимитировалась. Провяливание его производилось при температуре от 15 до 28°С в течение не менее 36 ч. После провяливания, минуя фазу вымачивания, порох сушился в сушилках столового типа по режиму ступенчатого подъема температуры до 73°С (обычный порох при +50°С) в течение 10 сут. Общая длительность технологического цикла составляла 13–14 сут. Из пироксилиново-селитренного пороха были спроектированы заряды для реактивных снарядов М-13 и М-8.

Для сокращения длительности процесса удаления растворителя из пороховой шашки для снаряда М-13 необходимо было максимально уменьшить толщину горящего свода пороховой шашки. Эта задача была решена путем создания трехлепестковой шашки с 3 каналами. Ракетный заряд комплектовался из 8 шашек (Рис. 3) и обеспечивал нормальную работоспособность без изменения критического сечения сопла (37,5 мм) и других элементов двигателя. Масса заряда была установлена 6000±50 г при плотности заряжания 0,91 г/см^3 вместо 7050±35 г для заряда из пороха Н (при плотности заряжания 1,08 г/см^3), т.е. масса заряда из пороха ПС была на 15% меньше массы штатного заряда. Потеря массы – следствие ухудшенной входимости заряда из пироксилиново-селитренных шашек в ракетную камеру из-за большой кривизны шашек, образующейся в процессе удаления летучего растворителя, что является общим отрицательным свойством всех порохов на летучем растворителе.

Так как единичный импульс реактивной силы пороха ПС был также меньше, чем у баллиститного пороха Н, то дальность снаряда М-13 с зарядом из пороха ПС была на 30% меньше дальности снаряда М-13 с зарядом из нитроглицеринового пороха Н.

С целью сохранения дальности снаряда М-8 было решено увеличить длину ракетной камеры и за счет этого увеличить массу ракетного заряда. Заряд состоял из 7 шашек наружным диаметром 23,5-1,2 мм и диаметром канала 5-1,0 мм при длине шашки 287-10 мм (см. рис. 2). Масса заряда составляла 1175±10 г (вместо 1050 г у заряда из пороха Н). Полный импульс реактивной силы при штатном диаметре критического сечения сопла 19,0 мм составлял 205-210 кгс.с, единичный импульс 170-180 кгс.с/кг, дальность снаряда М-8 не изменилась.

Работа в Особом техническом бюро (ОТБ) завода по созданию пироксилиново-селитренных порохов и зарядов из них проводилась под руководством Н.П.Путилцева. В работе принимали участие И.М.Силаев, О.П.Михайлусов, В.Б.Шнегас, Е.А.Баринова, Н.В.Гаврилова, Н.С.Засимовская, К.А.Панова и др. Непосредственное участие в работе принимал инженер НИИ-3 Наркомата боеприпасов Ф.Н.Пойда. Производство зарядов из пироксилиново-селитренных порохов было организовано на ряде заводов страны, однако большой процент брака существенно снижал объем поставок этих зарядов для комплектации снарядов М-13 и М-8. По мере увеличения выпуска зарядов из баллиститных порохов уральскими заводами производство зарядов из пороха ПС сокращалось и, наконец, было полностью в начале 1943г. прекращено.

ГЛАВА 8. РЕШЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ В ПРОЦЕССЕ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА БАЛЛИСТИТНЫХ ПОРОХОВ И ЗАРЯДОВ В 1941-45 ГОДАХ

Производство нитроглицериновых баллиститных порохов по гидропрессовой технологии вслед за южноукраинским заводом было организовано в 1939-40 годах на среднеуральском пороховом заводе. Однако, в связи с отсутствием заказов объем производства их был незначителен.

После уничтожения в октябре 1941г. южноукраинского порохового завода среднеуральский завод оказался единственным заводом в стране, который был в состоянии производить баллиститные пороха и заряды из них. С началом войны были приняты эффективные меры по резкому увеличению их производства этим заводом, однако трудности организационного и технического характера, возникавшие в этот напряженнейший период организации выпуска ракетных зарядов в количествах необходимых фронту, были огромны. Решение всех научно-технических вопросов, возникавших в процессе текущего производства баллиститных порохов и зарядов, а также проведение работ по их совершенствованию и повышению эффективности осуществлялось особым бюро (ОБ), созданным при заводе и возглавлявшимся главным инженером ОБ А.С.Бакаевым, что определило высокий уровень научно-технических решений, принимаемых ОБ.

Приведем несколько примеров.

Еще в конце 1941 года при стендовых испытаниях ряда партий зарядов к М-13 и М-8 были получены в ракетных камерах давления газов, уровень которых превышал требования технической документации. Сотрудники ОБ провели детальное исследование причин,

вызывающих некондиционность выпускаемых заводом зарядов. Было выявлено решающее влияние калорийности пороховой массы на работу заряда и, в связи с этим, была установлена норма на калорийность пороха. Была разработана и внедрена в производство уточненная дозировка компонентов пороха при варке пороховой массы, улучшены условия вальцевания и прессования. Реализация этих мероприятий обеспечила уже с января 1942г. выпуск партий зарядов полностью удовлетворяющих требованиям документации.

Существенная помощь со стороны ОБ была оказана заводу по выяснению причин брака, получаемого при прессовании пороховых шашек на прессах Крупна. Так, например, в феврале 1942г. брак на фазе прессования зарядов М-8 и М-13 составлял в среднем 30-35%, доходя в отдельные дни до 55-60%.

Бригада ОБ тщательно проанализировала причины брака и дала точные и конкретные рекомендации. В связи с тем, что гидропрессовая технология в настоящее время для изготовления ракетных зарядов не применяется, нет необходимости перечислять эти рекомендации, но нельзя не дать высокой оценки методической стороне работы ОБ, серьезности подхода к поискам причин трудностей в работе, убедительности и доказательности рекомендаций. Достаточно сказать, что после разработки рекомендаций очередное изготовление ракетных зарядов во всех сменах проводилось под контролем работников ОБ. В результате брак по фазе прессования был резко уменьшен, а по воздушным включениям был ликвидирован полностью. Это было огромной помощью заводу по увеличению выпуска зарядов в это самое напряженное время.

Вопросы обеспечения сырьем для изготовления нитроглицериновых порохов в условиях военного времени приобретали особую остроту. Отсутствие таких компонентов пороха, как вазелин и централит

поставили под угрозу возможность производства ракетных зарядов. Так, в феврале 1942г. заводу грозила длительная остановка из-за отсутствия вазелина. Особое бюро в результате напряженных исследований предложило применить вместо вазелина менее дефицитное трансформаторное масло - чистый нефтяной продукт. Проведенные эксперименты подтвердили не только возможность, но и целесообразность такой замены, так как трансформаторное масло значительно удобнее при производстве пороха.

Исключительную важность имели работы ОБ по изысканию заменителей одного из компонентов пороха Н - централита - и по отработке и внедрению рецептур нитроглицериновых порохов, не содержащих централита. Централит, вводимый в состав пороха, в качестве стабилизатора химической стойкости и до войны был самым дорогим и дефицитным компонентом нитроглицериновых порохов. Это объясняется сложностью изготовления как самого централита, так и основного сырья для него. В связи с эвакуацией из Москвы Дорогомиловского химзавода, единственного в тот период в стране производителя централита, выпуск его в стране был прекращен.

Особым бюро в 1941г. была предложена для изготовления ракетных зарядов рецептура пороха, не содержащая централита, при этом баллистические, технологические и эксплуатационные свойства пороха не ухудшились, а даже улучшились. Этот порох имел в своем составе вместо централита окись магния, очень дешевый компонент, имевший неограниченную сырьевую и производственную базу на Урале. На этом порохе, получившем индекс НМ-2, были изготовлены опытные партии зарядов к М-8 и М-13. Контрольные стрельбовые испытания, проведенные на полигоне, прошли с положительным результатом.

7 сентября 1942г. в связи с полным израсходованием запасов централита порох с окисью магния был введен в валовое производство. Всего три дня потребовалось заводу, чтобы наладить его внедрение и перейти к массовому его производству. За 4 месяца (по I.I.1943г.) заводом было изготовлено более 3000 т пороха НМ-2 для М-13 и М-8. Невозможно переоценить важность этих работ для обеспечения непрерывных поставок зарядов для нужд фронта. Особым бюро при заводе выполнялись также работы по повышению эффективности реактивных снарядов. Так, реактивный снаряд М-8, разработанный на основе авиационного РС-82 имел недостаточную дальность полета. Для повышения ее ОБ предложило применить реактивные камэры длиной 290 мм (вместо штатных длиной 230 мм), разработанные, как указывалось выше, для использования зарядов из пороха ПС. Для этой цели нужно было подобрать наивыгоднейший ракетный заряд длиной 290 мм из пороха Н, сохранив неизменными штатный размер критического сечения сопла и конструкцию диафрагмы.

Сотрудники ОБ спроектировали ряд вариантов зарядов, в том числе телескопический, одношашечный семиканальный и др.

В конце концов после стендовых и стрельбовых испытаний ОБ предложило использовать для М-8 заряд из пороха НМ-2, состоящий из 5 шашек с наружным диаметром 26 мм, диаметром канала 6 мм, длиной шашки 287 мм и массой заряда 1180 г. Это предложение ОБ завода было принято. Характеристики этого заряда были утверждены техническими условиями на изготовление и прием заряда в июле 1943г.

Огромное для страны значение имели начатые еще в 1940г. под руководством А.С.Бакаева работы Особого бюро по созданию новой более производительной технологии изготовления нитроглицериновых

порохов на основе применения системы аппаратов непрерывного действия. Непосредственным техническим руководителем разработки технологии, аппаратуры и внедрения ее в валовое производство являлся инженер А.З.Спориус. Ведущими инженерами основных узлов были инженеры Ф.М.Хритинин, В.А.Лясоцкий, Б.А.Парфенов, Б.Д.Бариль, Н.П.Лавренев.

В ноябре 1940г. результаты предварительных испытаний лабораторных установок непрерывного действия рассматривались на заседании технического отдела Наркомата боеприпасов СССР и получили положительную оценку. После этого были изготовлены укрупненные полузаводские аппараты, позволившие провести широкие технологические исследования, которые показали, что новая технология, кроме несравненно более высокой производительности, имела ряд существенных преимуществ перед гидропрессовой технологией, в частности:

- улучшение качества пороха,

- более безопасные условия работы для обслуживающего персонала,

- более низкие трудозатраты, и в связи с этим возможности использования женского труда, что в условиях войны имело исключительно важное значение,

- резкое , в 15-20 раз снижение количества возвратного брака,

- уменьшение примерно в 3 раза расхода пара и энергии на единицу продукции.

Эти результаты были в начале 1942г. рассмотрены и одобрены Коллегией Наркомата боеприпасов. По ее представлению Государственный Комитет Обороны вынес Постановление от 18 мая 1942г. о строительстве на среднеуральском заводе производственной линии на большую мощность. Одновременно велись всесторонние исследования пороха, изготовляемого по новой технология, прежде всего его баллистических характеристик. Было установлено, что скорость его горения примерно на 9% выше, чем у пороха, изготовленного по гидропрессовой технологии, а потому

для обеспечения требований по максимальному давлению газов в двигателе калорийность пороха изготовляемого по новой технологии была снижена на 35 ккал.

Изготовленные по новой технологии заряды для РС М-I3 были подвергнуты широким стендовым и стрельбовым испытаниям во всем интервале эксплуатационных температур и показали положительные результаты.

2 февраля I943г. было принято совместное решение Народного комиссариата боеприпасов СССР и Главного Управления вооружения Гвардейских минометных частей Ставки Верховного Главнокомандования Красной Армии, в котором отмечены положительные результаты испытаний и предложено среднеуральскому пороховому заводу изготовить по новой технологии заряды для М-I3 тремя установочно-валовыми партиями по 3 тыс.штук в каждой партии. Каждую партию надлежало испытать 50 выстрелами (30 шт. при $+40^{\circ}C$, I0 шт. при $-40^{\circ}C$ и I0 шт. при $+40^{\circ}C$ после 2-х кратного попеременного термостатирования при $\pm 40^{\circ}C$). К апреле I943г. эти партии были изготовлены и испытаны с положительными результатами. 5 апреля I943г. на среднеуральском заводе было завершено строительство производственной линии предусмотренной решением Государственного Комитета обороны СССР от I8 мая I942г. Только с 5 апреля по I июня I943г., т.е. за неполных два месяца на этой линии было произведено около 250 тонн порохов, что было достаточно для комплектации около 30 тыс. снарядов М-I3.

В I943г. производство ракетных зарядов было развернуто еще на ряде заводов страны, в том числе и под Москвой. А всего с июля I94Iг. по декабрь I944г. пороховые заводы страны изготовили свыше I2 млн ракетных зарядов и обеспечили потребности Красной Армии.

Таким образом отечественная пороховая наука и промышленность [illegible] свой долг перед Родиной и внесли такой вклад в победу [illegible], переоценить который невозможно.

ГЛАВА 9. УНИФИКАЦИЯ РАКЕТНЫХ ЗАРЯДОВ ДЛЯ РЕАКТИВНЫХ СНАРЯДОВ М-13, М-20, М-30, М-13УК, М-13 ДД

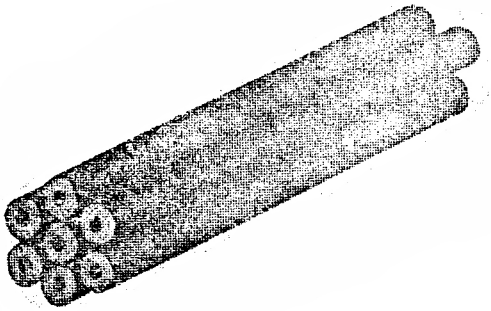
В ходе Великой Отечественной войны перед реактивной артиллерией возникали все новые разнообразные тактические задачи, в частности, увеличение дальности стрельбы, повышение кучности, увеличение мощности боевой части ракеты. Все эти очень сложные задачи, требующие затрат значительного времени, столь дефицитного в условиях войны, были блестяще решены в самое короткое время.

Главной предпосылкой, определившей успех решения этих задач, был правильный выбор генерального направления разработки, а именно, проведение их на основе унификации наиболее сложного, ответственного и трудоемкого элемента снаряда - ракетного заряда.

В качестве основного был использован ракетный заряд, разработанный для снаряда М-13, который без каких-либо изменений состава пороха, массовых и геометрических характеристик заряда был применен для создания еще четырех реактивных снарядов. На основе заряда М-13 были спроектированы и в июне 1942г. сданы на вооружение Армии снаряды, имевшие массы боевых частей в 1,5 и в 2,5 раза больше, чем у снаряда М-13. Эти снаряды получили соответственно индексы М-20 и М-30.

В апреле 1944г. был передан Армии снаряд с кучностью, почти в 2 раза лучшей, чем кучность снаряда М-13. Улучшение кучности было достигнуто без ужесточения требований к ракетному заряду и без какого-либо его изменения, только за счет введения в конструкцию двигателя 12 косорасположенных периферийных отверстий, резко уменьшивших влияние на кучность эксцентриситета снаряда. Этот снаряд получил наименование М-13 УК (улучшенной кучности).

В октябре 1944г. на базе ракетного заряда для М-13 был создан и сдан на вооружение еще один снаряд, у которого дальность стрельбы была почти в 1,5 раза больше, чем у снаряда М-13. Увеличение дальности было достигнуто за счет применения двух двигателей М-13, работающих одновременно. Снаряд приобрел наименование М-13 ДД (дальнего действия). Схема применения ракетного заряда, разработанного к снаряду М-13, для комплектации реактивных снарядов М-20, М-30, М-13 УК и М-13 ДД показана на рис. 4.



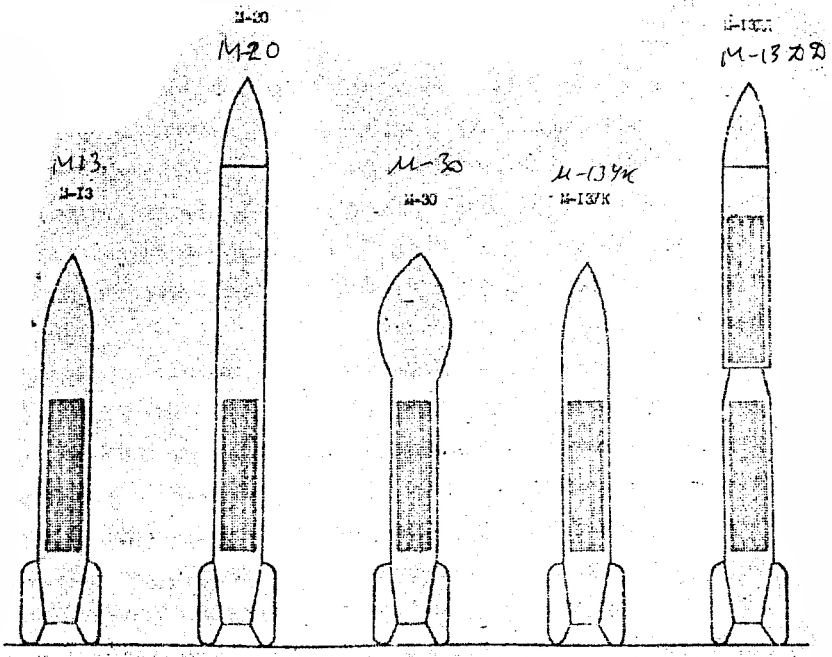


РИС.4 СХЕМЫ РЕАКТИВНЫХ СНАРЯДОВ, РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ НА ОСНОВЕ РАКЕТНОГО ЗАРЯДА ДЛЯ М-13

ГЛАВА IO. РАКЕТНЫЙ ЗАРЯД К РЕАКТИВНЫМ СНАРЯДАМ М-3I И М-3I УК

Как упоминалось выше, в июне I942г. был сдан на вооружение Советской Армии снаряд М-30. Это снаряд, имея ракетный заряд, созданный для М-I3 без каких-либо изменений, был укомплектован боевой частью массой в 2,5 раза больше, чем масса боевой части снаряда М-I3, и, естественно, что дальность его резко упала (почти в 3 раза). Для повышения дальности стрельбы необходимо было создание нового ракетного заряда.

Такой заряд был разработан сотрудниками НИИ-6 совместно с РНИИ. Этот заряд состоял из 5 пороховых шашек с наружным диаметром 46 мм, диаметром канала 8 мм и длиной шашек 900 мм. Заряд первоначально изготовлялся из пороха НМ-3I, специально разработанного НИИ-6 для этого снаряда и имевшего теплоту взрывчатого превращения равную 9I5 кал/кг. Состав пороха приведен в табл. 2. Масса заряда составляла II,25 кг, что обеспечивало полный импульс реактивной силы в I,5 раза больше, чем у заряда для М-I3. Время работы заряда при $+I5^{\circ}C$ составляло I,6-I,7 с.

Воспламенение заряда обеспечивалось воспламенителем массой 75 г из пороха типа ДРП, размещенным в донной части ракетного двигателя. Зажжение воспламенителя осуществлялось с помощью платиново-иридиевого электрозапала. Заряд с воспламенителем размещались в стальном корпусе с внутренним диаметром около I28 мм, и длиной камеры под заряд около 9I0 мм. Толщина стенки корпуса была около 5 мм. Термоизоляция на внутреннюю поверхность двигателя не наносилась. Двигатель имел сопло в виде одного отверстия с критическим

диаметром 45 и диаметром раструба 76,5 мм, что определяло отношение диаметра раструба к диаметру критического сечения, равным 1,7. Масса корпуса ракетной части со стабилизатором была около 29 кг. Требования технических условий к баллистическим характеристикам двигателя, получаемым при приемных испытаниях, полностью аналогичны требованиям, предъявляемым к двигателям для М-13 и М-8.

На основе описанного выше заряда был разработан и в марте 1943г. поступил на вооружение Советской Армии новый реактивный снаряд, получивший индекс М-31. С целью повышения кучности этого снаряда несколько позднее его ракетный двигатель был снабжен 4 штуцерами с Г-образными отверстиями, обеспечивающими проворот снаряда. Этот снаряд поступил на вооружение Армии в апреле 1944г. Он получил наименование М-31 УК (улучшенной кучности).

В феврале 1943г. в связи с появлением некоторых запасов импортного централита и перспективой восстановления отечественного производства его, перед Особым бюро среднеуральского порохового завода был поставлен вопрос о разработке пороха, содержащего в своем составе централит, в количестве обеспечивающем достаточный запас химической стойкости готового пороха и пригодного по своим энергетическим характеристикам для использования в реактивном снаряде М-31. В самое кратчайшее время сотрудники Особого бюро разработали такую рецептуру (см. табл. 2), получившую наименование Н-31. После изготовления опытной партии зарядов в количестве 200 шт. и ее баллистических испытаний, подтвердивших выполнение требований технической документации, порох Н-31 был принят для внедрения в валовое производство при наличии централита и введен в технические условия на изготовление и прием зарядов для М-31.

При прессовании по гидропрессовой технологии относительно больших пороховых шашек для зарядов к РС М-31 неизбежный переде-

лочный брак составлял, как правило, 35-40%. С целью резкого уменьшения этого вида брака Особое бюро разработало предложения об изготовлении пороховых шашек для заряда к М-31 по новой непрерывной технологической схеме. К июлю 1943г. была изготовлена опытная партия зарядов из пороха с окисью магния. Калорийность его была снижена по сравнению с порохом НМ-31 на 35 ккал, что компенсировало увеличение скорости горения пороха, изготовляемого по непрерывной схеме. Переделочный брак при переходе на этот порох уменьшился в 20-25 раз и составлял всего 1,5-2%.

В этой работе принимали участие Д.И.Гальперин, С.А.Ильюшенко и др.

ГЛАВА II. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАКЕТНЫХ ЗАРЯДОВ ДЛЯ РЕАКТИВНЫХ СНАРЯДОВ ПЕРИОДА ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

Для всех работающих в области твердотопливной ракетной техники, а тем более для готовящихся работать в ней, представляют безусловный интерес основные характеристики и расчетные параметры для первых советских ракет, находившихся в период Великой Отечественной войны на вооружении Советской Армии. И, хотя эти ракеты давно сняты с вооружения, интерес к ним, как сыгравшим исключительно важную роль во время войны, не ослабевает.

В таблице I даны сведения о зарядах для авиационных снарядов РС-82 и РС-132, а также для снарядов М-13, М-8 и М-31. Указывается, какие пороха использовались для изготовления зарядов. Приводятся массы ракетных зарядов и воспламенителей, а также сведения о конструкции зарядов. Массы ракетных зарядов и размеры пороховых шашек приводятся с указанием допусков, взятых из конструкторской документации, по которой велось изготовление зарядов во время Великой Отечественной войны.

Характеристики ракетных зарядов к первым принятым на вооружение советским РС

Таблица I

Назначение и наименование ракет	Авиационные		Сухопутные		
	РС-82	РС-I32	М-I3	М-8	М-3I
Когда приняты на вооружение	декабрь I937г.	июль I938г.	2I.6. I94Iг.	август I94Iг.	март I943г.
Характеристики ракетных зарядов					
Наименование пороха	Н	Н	Н-I3,НДК НМ-2,НМ-4Ш	Н, НМ-2	Н-3I,НМ-3I
Масса ракетного заряда[x], г	I040±I0	3500±35	7050±35 (Н-I3,НДК) 7I30±35 (НМ-2,НМ-4Ш)	II80±I0	II250±50 (Н-3I) III50±50 (НМ-3I)
Число пороховых шашек в заряде, шт.	7	7	7	5	5
Размеры шашек, мм					
наружный диаметр	24-0,6	40-I,0	40-I,0	26,6-0,6	46-I
диаметр канала	6±0,5	8±0,5	8±0,5	6±0,5	8±0,5
длина шашки	230-3	287,5-3	550-5	287-3	900-5

Продолжение таблицы

Назначение и наименование ракет	Авиационные		Сухопутные		
	РС-82	РС-132	М-13	М-8	М-31
Масса воспламенителя, г (состав пороха – ДРП-1, ДРП-2)	2xII	50	50	2xII	75

x Для обеспечения установленной массы допускался ввод в заряд одной укороченной шашки

В таблице 2 приведены составы баллиститных порохов, использованные во время Великой Отечественной войны для изготовления ракетных зарядов к снарядам М-13, М-8, М-31 и др.

В настоящее время эти составы сняты с вооружения в связи с разработкой новых значительно более эффективных порохов. Составы этих порохов были переданы во время Великой Отечественной войны в США и Англию для изготовления ракетных порохов для "Катюш". Поставляемый из США и Англии порох имел индекс "НОД", что означало "порох Н особой доставки".

Таблица 2

Составы баллиститных порохов для ракетных зарядов периода Великой Отечественной войны

Компоненты порохов, %	Н	НДК	НМ-2	НМ-4Ш	Н-31	НМ-31	Допуск
Коллоксилин	57	56	54	54	56	55	±1,0
Нитроглицерин	28	30	27	25	29	27	±0,7
Динитротолуол	11	-	15	17	11,5	15	±1,0
Окись магния	-	-	2	2	0,5	2	±0,5
Вазелин или трансформаторное масло	1	1	2	2	1	1	±0,5
Централит	3	3	-	-	2	-	±0,5
Динитротолуол	-	10	-	-	-		±1,0
Калорийность, кг.кал/кг	870	870	880	845	915	915	±10

В таблице 3 приводятся некоторые расчетные параметры ракетных зарядов и двигателей, характеризующие их технический уровень, относящийся к периоду Великой Отечественной войны. Эти данные могут быть использованы в качестве ориентиров при проведении сравнительных оценок новых разработок.

Дадим некоторые комментарии к таблице. Критерий Победоносцева $\varkappa$ (или параметр заряжания) введен в практику проектирования ракетных зарядов Победоносцевым Ю.А. в 1936г. и получил его имя.

Как видно из таблицы, наибольшее значение общего критерия Победоносцева равное 160, имел заряд к снаряду М-31. Наиболее массовый заряд к снаряду М-13 имел критерий Победоносцева, близкий к 135. Критерий Победоносцева по каналу шашки для всех зарядов более чем в 2 раза превышал критерий Победоносцева по боковой поверхности.

α - Коэффициент конструктивного веса двигателя, равный отношению массы корпуса ракетного двигателя к массе заряда. Чем ниже значение α, тем совершеннее конструкция двигателя. И хотя коэффициент α не учитывает ни термодинамических характеристик топлива, ни условий работы заряда, тем не менее он широко применяется при сравнении различных вариантов ракетных двигателей.

β - Коэффициент интенсивности ракетного двигателя Он равен отношению полного практического импульса реактивной силы ракетного двигателя к его пассивной массе. Физический смысл коэффициента интенсивности ракетного двигателя - это импульс реактивной силы РДТТ, приходящийся на каждый килограмм пассивной массы корпуса ракетного двигателя.

Достоинством показателя интенсивности β является то,

что он реагирует как на изменение массовых характеристик заряда и корпуса двигателя, так и на изменение термодинамических и баллистических характеристик применяемого топлива. Изменение условий работы заряда, например, уровня рабочего давления в камере, также приводит к изменению показателя интенсивности.

Наилучшие значения плотности заряжания, коэффициента объемного заполнения, коэффициента весового совершенства и коэффициента интенсивности двигателя имеет заряд к снаряду М-13, который должен считаться наиболее совершенным среди зарядов периода Великой Отечественной войны.

Таблица 3

Основные расчетные характеристики ракетных зарядов к М-I3, М-8, М-3I

Характеристики зарядов	М-I3	М-8	М-3I
Критерий Победоносцева			
$\mathcal{K}$ общее	I35	I00	I60
$\mathcal{K}$ канала	275	I90	490
$\mathcal{K}$ боковой поверхности	I20	85	I40
Плотность заряжания Δ, г/см^3	I,03	0,94	0,92
Коэффициент объемного заполнения η	0,6I	0,60	0,60
Коэффициент весового совершенства двигателя α	I,96	3,6	2,6
Коэффициент интенсивности двигателя β	I00	60	85

З А К Л Ю Ч Е Н И Е

Органические недостатки дымного пороха, применявшегося до конца XIX века в качестве источника энергии для реактивного оружия, послужили одной из главных причин снятия его с вооружения в конце XIX века всеми армиями мира.

В XX веке произошло возрождение реактивной артиллерии. Решающую роль в этом сыграли следующие факторы:

I. Разработка в Советском Союзе отечественных рецептур нитроглицериновых баллиститных порохов, лишенных недостатков дымных порохов.

2. Возникновение идеи о возможности использования баллиститных порохов в качестве источника энергии для реактивных снарядов.

3. Реализация этой идеи путем разработки конкретных конструкций ракетных зарядов для ряда реактивных снарядов и создания промышленной базы для серийного изготовления зарядов из баллиститных порохов.

4. Организация пороховой промышленностью Советского Союза производства ракетных зарядов, несмотря на труднейшие условия военного времени, в невиданных в истории количествах.

Все изложенное выше позволило применить Советской Армией во время Великой Отечественной войны реактивное оружие в массовом масштабе с высочайшей эффективностью, что свидетельствовало о преодолении кризиса реактивной артиллерии и в послевоенные годы послужило мощным толчком для развития ракетной техники во всем мире.

П Р И Л О Ж Е Н И Е

В таблице ниже приведены для справки некоторые характери
реактивных снарядов периода Великой Отечественной войны, созда
на основе зарядов из баллиститных порохов.

Основные характеристики реактивных снарядов периода
Великой Отечественной войны

Характеристики ракет		М-8	РС на базе заряда к М-13					РС на базе заряда к М-31	
			М-13	М-20	М-30	М-13УК	М-13ДД	М-31	М-31 УК
Калибр,	мм	82	132	132	300	132	132	300	300
Длина снаряда,	мм	714	1415	2090	1450	1415	2120	1760	1760
Масса снаряда,	кг	8	42,5	58	76	42,5	62,5	91,5	94,8
Масса боевой части,	кг	2,7	21,3	37,1	52,4	21,3	21,3	52,4	52,4
Дальность стрельбы,	км	5,9	8,5	5	2,8	8	12	4,3	4,0
Число направляющих		48	16	16	8	16	10	12	12
Принятие на вооружение		август 1941г.	21.6.41	июнь 1942г.	июнь 1942г.	апрель 1944г.	октябрь 1944г.	март 1943г.	апрель 1944г.

Л И Т Е Р А Т У Р А

I. Штернфельд А.А. Полет в мировое пространство. М. Госиздат, 1949.

2. Егоров П.Т. Реактивное оружие. М. Воениздат, 1960.

3. Шипов Б.В. Отечественное ракетостроение. М. Воениздат, 1967.

4. Куров В.Д., Должанский Ю.М. Основы проектирования пороховых реактивных снарядов. М. Оборонгиз, 1961.

5. Глушко В.П. Развитие ракетостроения и космонавтики в СССР. М. Машиностроение, 1981.

6. Клименко Г.К. Страницы из истории пороховой промышленности. ЦНИИНТИ, 1980.

7. Победоносцев Ю.А., Кузнецов К.М. Первые старты. М. ДОСААФ, 1972.

8. Крыжановский И.В. Становление и развитие нитроглицеринового баллиститного пороха. Информационный материал ГОНТИ -0409, №8(820) 1985.

9. Дерновой В.С. Как это было. Информационный материал ГОНТИ-0409, № 7(819), 1985.

10. Жуков Г.К. Воспоминания и размышления. М.АПН.1971

О Г Л А В Л Е Н И Е

Стр.

Введение 4

Глава I. Дымный порох-предшественник современных ракетных порохов 5

Глава 2. Начало работ в Советском Союзе по созданию реактивных снарядов. Ракетные заряды из пироксилиново-тротилового пороха I2

Глава 3. Разработка в Советском Союзе нитроглицериновых баллиститных порохов для ствольной артиллерии I9

Глава 4. Сдача на вооружение авиационных реактивных снарядов РС-82 и РС-I32 с ракетными зарядами из баллиститных порохов 26

Глава 5. Ракетные заряды к реактивным снарядам сухопутных войск М-I3 и М-8 35

Глава 6. Организация производства ракетных зарядов к М-I3 и М-8 40

Глава 7. Ракетные заряды к реактивным снарядам М-I3 и М-8 из пироксилиново-селитренных порохов 44

Глава 8. Решение научно-технических вопросов в процессе серийного производства баллиститных порохов и зарядов в I94I-45гг. 48

Глава 9. Унификация ракетных зарядов для реактивных снарядов М-I3, М-20, М-30, М-I3 УК, М-I3 ДД 54

Глава I0. Ракетный заряд к реактивным снарядам М-3I и М-3I УК 57

Стр.

Глава II. Основные характеристики ракетных зарядов для реактивных снарядов периода Великой Отечественной войны 60

Заключение 68

Приложение. Основные характеристики реактивных снарядов периода Великой Отечественной войны 69

Литература 71